

JP2002311461

Publication Title:

DISPLAY ELEMENT

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solid-state display element to transfer fine particles in parallel in the absence of medium.

SOLUTION: The display element has transparent non-pixel electrodes 21 , 22 , 23 formed on the upper surface of a substrate 1 having insulation characteristics and pixel electrodes 24 , 25 formed among the non-pixel electrodes 21 , 22 , 23 . Light shielding parts 61 , 62 , 63 colored with the same width as that of the electrodes are arranged on the lower side of the non-pixel electrodes 21 , 22 , 23 . At least one kind of colored fine particles 4 are arranged on the upper surface of the non-pixel electrode 21 the pixel electrode 25 and the fine particles 4 are transferred approximately in parallel with the substrate 1 in the absence of medium and in the arranged direction of the electrodes 21 to 25 as shown by an arrow Y by an electric field to be impressed.

Data supplied from the esp@cenet database - <http://ep.espacenet.com>

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-311461
(P2002-311461A)

(43) 公開日 平成14年10月23日 (2002. 10. 23)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 2 F 1/167

識別記号

F I
G 0 2 F 1/167

テーマコード* (参考)

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-118595(P2001-118595)

(22) 出願日 平成13年4月17日 (2001. 4. 17)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 内田 秀樹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号シャ
ープ株式会社内

(72) 発明者 三ツ井 精一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号シャ
ープ株式会社内

(74) 代理人 100089705

弁理士 社本 一夫 (外5名)

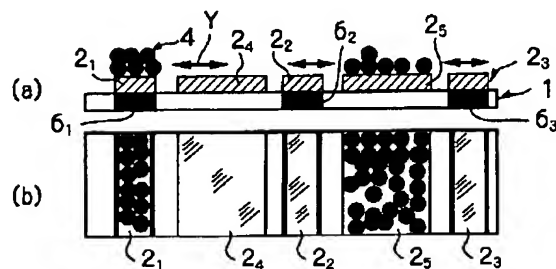
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示素子

(57) 【要約】

【課題】 無媒質下で微粒子を平行移動させる固体型表示素子を提供すること。

【解決手段】 表示素子は、絶縁性を有する基板1の上面に形成された透明な非画素電極2₁、2₂、2₃と、これら非画素電極2₁、2₂、2₃の間に形成された画素電極2₄、2₅とを有する。非画素電極2₁、2₂、2₃の下側には、該電極と同じ幅で着色された遮光部6₁、6₂、6₃が配置される。非画素電極2₁と画素電極2₅との上面には、少なくとも1種類の着色された微粒子4が配置され、微粒子4は印加される電界によって、矢印Yで示すように、無媒質下で基板1に対して略平行に且つ電極2₁～2₅の配列方向に移動される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性を有する第1の基板と、前記基板の上に形成された第1の電極と、前記第1の電極の上に配置された少なくとも1種類の微粒子と、を具備し、前記電極に印加される電圧によって前記微粒子を無媒質下で前記第1の基板に対して平行に移動させることを特徴とする表示素子。

【請求項2】 更に、前記第1の基板に対して所定の間隔を置いて配置された第2の基板と、前記第2の基板に形成された第2の電極と、を具備し、前記第1の電極と前記第2の電極との間に印加される電圧によって前記微粒子を無媒質下で前記第1の基板及び前記第2の基板に対して移動させることを特徴とする表示素子。

【請求項3】 前記第1の電極と前記第2の電極とが同じ形状であることを特徴とする、請求項2に記載の表示素子。

【請求項4】 前記第1の基板と前記第2の基板との間に画素を区画する構造体が形成されていることを特徴とする、請求項2又は3に記載の表示素子。

【請求項5】 前記構造体が電荷付与されることを特徴とする、請求項4に記載の表示素子。

【請求項6】 前記第1の基板と前記第2の基板との周辺部を封止して水分の透過を防止する封止部材を更に備えることを特徴とする、請求項2～5のいずれかに記載の表示素子。

【請求項7】 前記第1の電極の上に絶縁膜が形成されていることを特徴とする、請求項2～6のいずれかに記載の表示素子。

【請求項8】 前記第1の電極の上に電荷輸送膜が形成されていることを特徴とする、請求項2～7のいずれかに記載の表示素子。

【請求項9】 前記第1の電極の上に保護膜が形成され、該保護膜の表面と前記第1の電極との間の距離が最も小さい個所における前記保護膜の耐電圧が、隣接する前記第1の電極間に印加される電圧より大きいことを特徴とする、請求項2～8のいずれかに記載の表示素子。

【請求項10】 前記第1の基板に、大きさの異なる前記第1の電極が形成されることを特徴とする、請求項2～9のいずれかに記載の表示素子。

【請求項11】 前記第1の電極が3極構造であり、3相独立駆動されることを特徴とする、請求項2～10のいずれかに記載の表示素子。

【請求項12】 一つの前記画素における前記第1の電極が非画素電極と画素電極とからなり、複数の前記画素において、前記非画素電極と前記画素電極とが交互に配置されるように配列され、前記非画素電極と前記画素電極との間の距離が、一つの前記画素における前記画素電極と該画素に隣接する画素

における前記非画素電極との距離より小さいことを特徴とする、請求項2～11のいずれかに記載の表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無媒質下で微粒子を電極間で移動させることによって表示を行う微粒子移動型表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、フラットパネル・ディスプレイとして様々な表示素子が提案、開発され実用化に至っている。また、情報機器の発達、携帯電話や、モバイル機器の大きな普及によって低消費電力ディスプレイとしての反射型表示素子の研究、開発が進んでいる。

【0003】例えば、液晶表示装置は、液晶材料と偏向板の組み合わせからなる素子に電界を印加し、該液晶を光シャッターとして用いることにより、光源光を変調させる表示素子を用いており、ノートパソコン、携帯端末機、テレビジョン受像機用モニタなどの幅広い分野で平面ディスプレイとして普及している。しかしながら、液晶表示装置は、原理的に偏向板を必要とする、光源光の50%以下しか表示に用いられない、バックライトを備えない反射型液晶表示装置は明るさが不十分で視認性に欠ける、等の欠点を有する。

【0004】これに対して、電極間の微粒子の電気泳動現象を利用した表示装置が、米国特許第3612758号明細書や特開昭49-24695号公報などに開示されている。例えば米国特許3612758号明細書に記載された表示装置は、図39の(a)に示すように、電極2に対する電界の印加によってチャージアップされた微粒子4を上下の基板1の間に挟持された絶縁性液体層3内で移動させて表示装置とするもので、微粒子4が上側即ち観察者側にある場合には微粒子の色を、下側にある場合には絶縁性液体層3の色を表示する。これにより、異なる色を切り替え表示することができる。

【0005】また、特開昭49-24695号公報に記載された表示装置は、図40に示すように、電極2に対する電界の印加によってチャージアップした微粒子4を、上下の基板1の間に挟持された絶縁性液体層3の中で横方向に即ち基板1と平行な方向に移動させて表示を行うものである。更に、その他の従来の電気泳動型表示装置として、米国特許第4126854号明細書は、図41に示すように、帯電した電極2の間に配置され且つ色が塗り分けられた微粒子4を電界印加によって回転させることにより、表示色を切り替える構成を開示している。

【0006】上記の電気泳動型表示装置は、電気泳動によって着色微粒子を直接見える位置に又は見えない位置に移動させて色を切り替えるものであるから、液晶表示装置のように偏向板を使用する必要がなく、明るい表示装置を実現することができるという利点がある。

【0007】なお、粉体の移動装置も公知であり、例えば特開平7-267363号公報に開示されている粉体移動装置は、図42に示すように、絶縁体からなる基板1上に線状の電極5を平行に配置し、これら電極5に交番電圧を印加するもので、この交番電圧の印加によって生じる静電気力で粉体を移動させるものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の電気泳動型表示装置及び粉体移動装置には、以下に説明する問題がある。米国特許第3612758号明細書、特開昭49-24695号公報及び米国特許第4126854号明細書における表示装置は、基本的に、絶縁性液体層3の中を微粒子4が動く構成である。このように、常に絶縁性液体層3を一对の基板1の間に挟む構成であるため、液漏れを生じたり、絶縁性液体層3の材料によっては、電極2等の材料を侵食するなどの問題を引き起こすことがあり、表示装置の信頼性を著しく低下させることになりかねない。

【0009】更に、絶縁性液体層3は気温や気圧などの環境変化によって膨張や収縮を起こし、素子内に空泡を生じることがあるが、表示装置内に空泡が生じると、表示品位が低下してしまうという問題があるうえ、絶縁性液体層3に印加される電界も場所によって不均一となるため、色を切り替えるためのスイッチング機構を制御できなくなる可能性もあり、表示装置として機能し得ないこともある。

【0010】このように、流動性のある絶縁性液体層3を表示装置の構成要素として用いることは、表示性能、スイッチング性能のいずれについても望ましいことではなく、固形の構成材料を用いた表示装置が望ましい。

【0011】また、このような絶縁性液体層3を用いた微粒子泳動型の表示装置はコントラストが良くないという問題があった。これは、例えば図39の(b)に示すように、微粒子4が上側の基板の側にあって微粒子4の色を表示する場合にも、絶縁性液体層3は微粒子4の間に充填されるため、絶縁性液体層3自体の色が微粒子4の色と混在して表示されることに起因するものであり、完全に微粒子4のみの表示状態を形成することは不可能である。

【0012】このように、絶縁性液体層3と微粒子4との組み合わせによる表示では、コントラストを上げることができないことからみても、絶縁性液体層3を使用しない表示装置の方がコントラストの点でも望ましい。

【0013】一方、粉体輸送装置は流動液体を用いることなく粉体や微粒子を移動させることができるのみであり、これを表示装置として利用するデバイス構造やシステムはこれまで提案されたことがない。

【0014】本発明は、以上述べたような従来の問題点を解決するために提案されたものであり、無媒質による微粒子の静電移動と特殊のデバイス構造とによって全固

体型で信頼性が高く且つ明るい表示素子を提供することを目的とする。

【0015】

【問題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、絶縁性を有する第1の基板と、前記基板の上に形成された第1の電極と、前記第1の電極の上に配置された少なくとも1種類の微粒子と、を具備し、前記電極に印加される電圧によって前記微粒子を無媒質下で前記第1の基板に対して平行に移動させることを特徴とする表示素子、を提供する。

【0016】また、上記の目的を達成するため、請求項2の発明は、絶縁性を有する第1の基板と、前記基板の上に形成された第1の電極と、前記第1の電極の上に配置された少なくとも1種類の微粒子と、前記第1の基板に対して所定の間隔を置いて配置された第2の基板と、前記第2の基板に形成された第2の電極と、を具備し、前記第1の電極と前記第2の電極とに印加される電圧によって前記微粒子を無媒質下で前記第1の基板及び前記第2の基板に対して移動させることを特徴とする表示素子、を提供する。

【0017】請求項3の発明は、前記第1の電極と前記第2の電極とが同じ形状であることを特徴とする。請求項4の発明は、前記第1の基板と前記第2の基板との間に画素を区画する構造体が形成されていることを特徴とする。

【0018】請求項5の発明は、前記構造体が電荷付与されることを特徴とする。請求項6の発明は、前記第1の基板と前記第2の基板との周辺部を封止して水分の透過を防止する封止部材を更に備えることを特徴とする。

【0019】請求項7の発明は、前記第1の電極の上に絶縁膜が形成されていることを特徴とする。請求項8の発明は、前記第1の電極の上に電荷輸送膜が形成されていることを特徴とする。

【0020】請求項9の発明は、前記第1の電極の上に保護膜が形成され、該保護膜の表面と前記第1の電極との間の距離が最も小さい個所における前記保護膜の耐電圧が、隣接する前記第1の電極間に印加される電圧より大きいことを特徴とする。

【0021】請求項10の発明は、前記第1の基板に、大きさの異なる前記第1の電極が形成されることを特徴とする。請求項11の発明は、前記第1の電極が3極構造であり、3相独立駆動されることを特徴とする。

【0022】請求項12の発明は、一つの前記画素における前記第1の電極が非画素電極と画素電極とからなり、複数の前記画素において、前記非画素電極と前記画素電極とが交互に配置されるように配列され、前記非画素電極と前記画素電極との間の距離が、一つの前記画素における前記画素電極と該画素に隣接する画素における前記非画素電極との距離より小さいことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明に係る表示素子に関する各種の実施の形態を説明する。なお、図において、同一の参照数字及び参照符号は同じ要素を指すものとする。

【0024】図1の(a)及び(b)は、本発明に係る表示素子の第1の実施の形態を概略的に示す図である。同図において、第1の実施の形態における表示素子は、絶縁性を有する基板1と、該基板の上面に形成された複数の幅狭の透明な電極2₁、2₂、2₃と、これらの幅狭の電極2₁、2₂、2₃の間に形成された幅広の電極2₄、2₅とを有する。以後、幅広の電極2₄、2₅は画素を構成するので画素電極と呼ぶことにし、一方、幅狭の電極2₁、2₂、2₃は画素を構成する要素ではないので非画素電極と呼ぶことにする。非画素電極2₁、2₂、2₃の下側には、該電極と同じ幅で着色された遮光部6₁、6₂、6₃が配置される。非画素電極2₁と画素電極2₅との上面には、着色された微粒子4が配置されており、微粒子4は印加される電界によって、矢印Yで示すように、無媒質下で基板1に対して略平行に且つ電極2₁～2₅の配列方向に移動される。

【0025】上記構成において、基板1上に形成された複数の電極2₁～2₅に電界を印加したとする。このとき、非画素電極2₁及び画素電極2₅の上に配置された微粒子4には静電荷が付与される。したがって、静電荷が付与された微粒子4と、該微粒子が配置された電極2₁、2₅に隣接する電極2₄、2₃に生じる電荷との間にクーロン力が働き、これによって微粒子4は基板1の上を平行移動する。これによって、観察者には電極2₁～2₅と遮光部6と微粒子4との見え方が変化するので、電極への電界の印加のしかたを制御することによって固体の表示素子を作ることができる。

【0026】こうした微粒子4の平行移動による表示方法により、図1に示す表示素子は、遮光部6上の幅狭の電極に微粒子4が設置された状態と幅広の電極に微粒子4が設置された状態とを切り替えることによって、基板1の表面の表示状態を変化させる。これに代えて、図2に示すように、微粒子4を分散させた状態(a)と凝集させた状態(b)との間で切り替えて基板表面の表示状態を変化させることも可能である。しかし、本発明における表示方法はこれらに限定されるものではなく、無媒質下で微粒子4を基板1に対して移動させて基板の表面の表示状態を変化させるものであれば、如何なる方法でも良い。

【0027】なお、基板1を光透過性とする、図3の(a)に示すように基板1の下面(即ち、電極が形成されていない面)の方から光源光を照射する透過型表示素子を構成することができるが、基板1の下面に反射板7を設けることにより、図3の(b)に示すように、基板1の上面からの光源光を反射板7で反射させる反射型表示素子を構成することができる。

【0028】図1に示す表示素子で用いられる微粒子4は、電極2₄、2₅のそれぞれによって構成される一つの画素に対して一個が載る大きさ、即ち、一画素を形成する大きさでも良いし、複数の微粒子で1個の電極を覆い尽くすのも良い。

【0029】図1に示すような構成による表示素子は、微粒子4と遮光部6とを黒色とすることにより、偏光板を使用することなく白と黒の間でスイッチングを行うことが可能である。更に、図1の表示素子は、従来の電気泳動型表示装置が必要とした絶縁性液体層を用いない、無媒質の素子であるので、微粒子4の色を直接観察させることを可能とし、コントラストを損なうことの無い明るい表示素子を作成することができる。また、静電気力を用いてスイッチングを行う素子であるため、電流を流すことが無く、消費電力の小さい表示素子を提供することができる。このように、無媒質で微粒子4を移動させることにより、明るく、コントラストが高く、低消費電力である表示素子を提供することができる。

【0030】図4は、本発明に係る表示素子の第2の実施の形態を概略的に示している。この第2の実施の形態における表示素子は、基板1と、該基板の上面に形成され且つ画素を構成する複数の同一形状の電極2と、該複数の電極を覆うように形成された絶縁性誘電体材料からなる絶縁膜8とを備える。微粒子4は絶縁膜8を介して電極2の上に設置される。

【0031】第1の実施の形態と同様に、電極2に対して電界が印加され、電極2の上に配置された微粒子4には静電荷が付与される。したがって、静電荷が付与された微粒子4と、該微粒子が配置された電極2に隣接する電極2に生じる電荷との間にクーロン力が働き、これによって微粒子4は基板1の上を矢印Yの方向に平行移動する。この平行移動の原理を図5により説明する。図5の(a)に示すように、微粒子4が絶縁膜8を介して一方の電極2₆に設置され、その電極2₆がプラスの電位に、他方の電極2₇がマイナスの電位に置かれると、微粒子4には絶縁膜8を通じてマイナスの静電荷が付加される。次いで、図5の(b)に示すように、電極2₆の電位をマイナスに変え、隣接する電極2₇の電位をプラスに変えると、マイナスの静電荷を付加された微粒子4はクーロン力によって電極2₆と反発し、隣接の電極2₇と引き合うようになる。この結果、微粒子4は隣接の電極2₇へ平行移動する。

【0032】なお、微粒子4の平行移動の速度や平行移動に必要な電界強度は、絶縁膜8の誘電率や厚さ、絶縁膜8の表面の摩擦係数、電極間隔などによって異なり、微粒子の種類にも左右される。しかし、微粒子4としては、微粒子の導電性、帯電性、形状にかかわらず、たいていの微粒子を用いることができ、微粒子自体をはじめから帯電しておく必要がない。もちろん、微粒子自体が帯電している場合には、最初の電界印加によって微粒

子を移動させることも可能である。こうした要件を勘案し、微粒子4と絶縁膜8との最適な組み合わせを求めることにより、微粒子4を移動させるための電界条件を設定することができる。

【0033】以上説明したように、図4に示す第2の実施の形態においては、微粒子4の帯電のための電界印加と微粒子4の移動のための電界印加との組み合わせによって微粒子4を任意に移動させることが可能である。この微粒子移動原理を利用して、微粒子4を画素外と画素内との間を移動させたり、微粒子4の分散状態を制御したりすることによって、基板1の表面の透過状態や反射状態を変えることができる。

【0034】本発明の第2の実施の形態においては、微粒子4に対して基板1上で鏡像力 (image force) が働くため、電界を切った後も表示を保存しておくことができ、いわゆるメモリ性のある表示素子とすることができる。また、絶縁膜8を設けることで、隣接電極間のリークを防ぐことができ、帯電した微粒子の凝集による電極間のアークを防ぐこともできる。このため、絶縁膜8を設けることによって、一層信頼性に優れた表示素子を作成することができる。

【0035】このように、第2の実施の形態によれば、本発明は、電極上に絶縁膜を設けることにより、微粒子の種類に無関係に帯電と移動のプロセスによる微粒子移動を実現する表示素子、更には、メモリ性を持つ、信頼性に優れた表示素子を提供することができる。

【0036】図6は、本発明に係る表示素子の第3の実施の形態を概略的に示す図である。図6に示す第3の実施の形態は、図4に示す第2の実施の形態における絶縁膜8に代えて、電荷輸送膜9が形成される点で相違する。こうした構成により、第3の実施の形態においては、電極2の上を覆うように形成された電荷輸送膜9を介して微粒子4に電界が印加され、電荷が注入される。

【0037】図6に示す素子において微粒子4が基板1の上を平行移動する原理を、図7を用いて説明する。ここでは、電荷輸送膜9として正孔輸送膜を用いた場合について説明するが、電子輸送膜を用いた場合も極性が反転するだけであって、原理的には同じ挙動を示す。図7の(a)に示すように、電荷輸送膜9を介して微粒子4が設置された電極2₆をプラスの電位、それに隣接する電極2₇をマイナスの電位としたとき、プラスの電位の電極2₆上の微粒子は、電荷輸送膜9を通じてプラスの静電荷を得る。こうして微粒子4に一定の量のプラスの静電荷が蓄積されると、微粒子4とその下側の電極2₆との間には、プラスどおしの反発するクーロン力が働き、一方、微粒子4と隣接の電極2₇の間には、引き合うクーロン力が働く。この結果、微粒子4は隣接の電極2₇に平行移動する。

【0038】なお、微粒子4の平行移動の速度や平行移動に必要な電界強度は、電荷輸送膜9の電荷輸送能力や

厚さ、電荷輸送膜9の表面の摩擦係数、電極間隔、微粒子4の種類などによって異なり、電荷輸送膜9がバインダ樹脂を含む場合には、電荷輸送材料とバインダ樹脂との混合比によっても異なる。微粒子4としては、たいいてい微粒子を用いることができ、微粒子4自体をはじめから帯電させておく必要はない。しかし、導電性を持つ微粒子や電荷の受容能力がある微粒子を用いた方が、優れた表示素子となる。こうした要件を勘案して微粒子4と電荷輸送膜9との最適な組み合わせを求めることにより、微粒子を移動させる電界条件を設定することができる。

【0039】以上説明したように、本発明の第3の実施の形態は、電極2に電界を印加して微粒子4の帯電と移動とを行う微粒子移動原理を用いて微粒子を画素外と画素内との間を移動させ、又は、微粒子の分散状態を制御することにより、基板1の表面の透過状態や反射状態を変えることができる。また、第3の実施の形態においては、第2の実施の形態と同様に、電界を切った後でも、帯電した微粒子4には基板上で鏡像力が働くため、表示を保存しておくことができ、いわゆるメモリ性のある表示素子を提供することができる。このように、第3の実施の形態は、電極2の上に電荷輸送膜9を設けることにより、微粒子の種類に無関係に、一回の電界印加によって微粒子4の帯電と移動のプロセスを実行する表示素子、更にはメモリ性を持ち、信頼性に優れた表示素子を提供することができる。

【0040】図8は、本発明に係る表示素子の第4の実施の形態を概略的に示している。この第4の実施の形態は、既に説明した第1の実施の形態と比較して、非画素電極10の方が遮光層6よりも幅が狭い点で相違する。

【0041】微粒子の平行移動を利用した本発明の表示素子においては、微粒子は電極上を移動し、表示の際には微粒子は電極上あるいは電極の近傍に存在している。そのため、表示素子として用いるには、画素電極11上に微粒子4が有るときの無いときとの差又は微粒子4の凝集、分散状態による表示状態の差が大きい方が、コントラストを大きくすることができるので望ましい。

【0042】例えば、図8に示すように、非画素電極10と画素電極11との上を微粒子(図示せず)が移動する場合、非画素電極10と遮光層6とからなる非画素部に微粒子が存在するときと、画素電極11上に微粒子が存在するときで、表示状態に大きな差があった方が、表示素子として望ましい。そのため、非画素電極10と画素電極11との大きさに大きな差がある方が、表示状態の差を大きく取ることができる。例えば、黒色微粒子を移動させた場合、黒色微粒子が非画素電極10に存在する場合には、画素電極11の下側の部分の色の状態が表示されることになる。次いで、黒色微粒子が画素電極11に移動した場合には、画素電極11も黒色微粒子が存在するために黒状態によって、結果的に基板全体が黒

状態となる。したがって、表示素子としてのコントラストは、この白表示と黒表示との差によって決まるので、非画素電極10は小さい方が望ましい。白黒の2状態表示で言えば、非画素電極10の方を画素電極11より小さくすることで、液晶表示素子が偏向板によって透過光を半減させる場合に比べて、明るい表示素子を作成することができる。また、微粒子の凝集、分散による表示状態の変化についても同様のことが言える。

【0043】このように、非画素電極10と画素電極11との大きさに差を設けることで、表示素子としての性能を上げることができる。これらの電極の形状は任意であって、図8に示すような四角形のほか、図9に示すように、両方の電極を円形としても良い。また、図10に示すように、画素電極11の大きさを段階的に変えることによって、表示状態の違いを細かく変えることができるので、階調表示が可能になる。

【0044】以上説明したように、本発明の第4の実施の形態によれば、画素電極と非画素電極との大きさを違えることによって表示性能を向上させた表示素子を提供することができる。

【0045】これまで説明した第1～第4の実施の形態においては、一枚の基板上に電極を形成し、電極上に微粒子を設置して微粒子を平行移動させることで、表示素子として機能させるものである。しかしながら、これでは微粒子が外気に曝されることになり、外部の環境や接触によって、微粒子が飛散したり、湿気などによって微粒子の移動が阻害されてしまうという問題が生じかねない。そのため、一つの基板に対して一定の間隔を置いて対向基板を設け、一對の基板の間に微粒子を設置するとともに基板の周辺部を封止部材によって封止することによって、一層信頼性の高い表示素子を作成することができる。これについては後述する。

【0046】電極に電界を印加することによって帯電された微粒子が電極から電極へ基板に平行に移動する際、微粒子はその下側の電極と同極性に帯電するので、微粒子には下側の電極から反発力が生じる。このため、図11に示すように、微粒子4には、絶縁膜8を介して下側の電極2₆から上向きの力12が作用する。同時に、微粒子4には隣接電極2₇からの吸引力13が働く。このため、微粒子4は、移動の際、微粒子と基板間の付着力を振り切って浮かび上がり、隣接電極2₇に対して放物線を描いて移動することになる。また、微粒子4は、その粒径分布や帯電状態によっては一定の挙動を示さなくなり、隣接電極2₇の方へ移動しないものも存在し得る。もし、対向基板が設けられていると、隣接電極2₇の方へ移動しなかった微粒子は対向基板に付着し、対向基板との鏡像力によって対向基板から離れられなくなってしまう。これでは、微粒子の移動による表示状態の変化を示すことができなくなる。

【0047】これを解決するため、本発明に係る表示素

子の第5の実施の形態においては、図12に示すように、同じ形状の電極2が形成された基板1に対して対向基板14を設けて両基板間に微粒子4を配し、対向基板14にも電極2₈を形成する。対向基板14の電極2₈には、帯電した微粒子と同じ極性の電界を印加する。これにより、図12に示すように、電極2₈から微粒子4に対して基板1の方向の静電気力15を与え、微粒子4の上向きの飛翔を抑え、より直線的な平行移動を実現することができる。また、対向基板14に微粒子4が付着することを防止し、表示特性の優れた表示素子とすることができる。

【0048】なお、微粒子4と絶縁膜8との付着力が強い場合には、微粒子4は電極2₆からの反発力によって絶縁膜8から離れることができない場合も生じる。この場合には、帯電した微粒子4を引っ張り上げるように電極2₈に電界を印加することにより、微粒子4を絶縁膜8との付着力から離脱させて平行移動させることも可能である。

【0049】このように、本発明の第5の実施の形態は、対向電極14に電極2₈を設けて微粒子4に電界を印加することによって、微粒子4の平行移動を実現し、表示特性に優れた表示素子を提供することができる。

【0050】上で説明した第5の実施の形態は、一對の基板1、14に電極が形成され、これらの基板に形成された電極により微粒子4を移動させる構成である。微粒子4の平行移動においては、基本的には、微粒子は1個単位で移動する。また、微粒子4を複数層重ねて移動させることもできるが、特に、図8～図10に示すように、大きさの異なる電極を設けた場合には、微粒子4は画素電極11上では非画素電極10上に比べて分散されるので、微粒子どうしの重なり合いが小さくなってしまったり、単層のみになってしまうことがある。更には、移動する微粒子は同電位に帯電されるので、基本的に、微粒子相互間に反発力が作用し、微粒子間に空隙が生じることが多い。このような状態では、図13の(a)に示すように、画素電極11上を微粒子で埋めることができず、背面の色と微粒子の色が混合された表示状態になる。仮に微粒子同士が完全に平面上にパッキングされたとしても、図13の(b)に示すように、微粒子の形状や大きさによっては微粒子間に隙間が生じてしまい、画素電極の表面を微粒子で完全に覆うことができないので、微粒子の移動による表示状態の違いが小さくなり、コントラストを上げることができない。

【0051】そこで、本発明に係る表示素子の第6の実施の形態においては、一對の基板1、14の両方に、同じ形状の電極2を形成する。すなわち、第6の実施の形態においては、図14に示すように、上下の一對の基板1、14の互に対向する面にそれぞれ電極2を設け、それらの電極2を覆うように電荷輸送膜9を設けて、対向する電荷輸送膜9の間に微粒子4が配置される。こう

して、上下の基板1、14に設けた電極2によって微粒子4を移動させることになるので、少なくとも2層の微粒子4によって電極2が覆われることになり、結果的に、電極2を覆う微粒子の量が増加する。各基板において微粒子4が電極2を覆う領域が50%以上であれば、又は、両方の基板1、14の微粒子4が覆う領域の合計が100%以上であれば、各画素を完全に覆うことができるので、コントラストを向上させることができる。

【0052】本発明の第6の実施の形態はこうした構成をしているので、図11に示すように微粒子4が放物線を描いたり、反対側の基板方向へ飛翔するとしても、対向する一対の基板1、14で微粒子4の挙動を制御することができるので、微粒子の飛翔は問題にならなくなる。更に、上下の基板1、14に形成される電極2を平行に形成し、対向する基板1、14の電極2を同電位にすることにより、微粒子4を反対側の基板の方へ移動させる反発力を生じることができるので、微粒子4の飛翔を抑えることが可能である。

【0053】なお、一対の基板1、14に形成する電極2は、図14に示すように互いに平行でもよいし、図15に示すように互いに直交するのでもよい。図15に示す電極配置の場合には、電極に印加する電界を制御することによって、一層細かく微粒子4の移動を制御することが可能となるので、所望の階調表示を行うことが可能である。なお、個々の電極の形状は図14及び図15に示すものに限定されるものではなく、円形でもよいし、各基板で異なっているてもよい。

【0054】以上説明したところから理解されるように、本発明の第6の実施の形態は、上下の一対の基板にそれぞれ同形の電極を設け、この電極への電界の印加を制御することにより、微粒子を上下の基板間で移動させるので、表示特性の優れた表示素子を提供することができる。

【0055】図16は、本発明に係る表示素子の第7の実施の形態を概略的に示す図である。図16において、上下の一対の基板1、14間に個々の画素を区画するためのリブ構造体16が形成され、個々の区画内に非画素電極10と画素電極11とが形成されている。非画素電極10は遮光部6の上に設けられる。これにより、微粒子4の移動領域が規定される。

【0056】微粒子4は、基板内の面内均一性のためには、常に同じ箇所を繰り返し移動することが望ましい。電極2への電界印加によって微粒子4の位置が変わり、元の位置に戻ってくることができなければ、結果的に面内で微粒子が片寄ってしまい、表示むらを生じる。そこで、図16に示すように、微粒子4の往復単位毎に画素を区画するリブ構造体16を形成することで、微粒子4の移動領域を規定し、微粒子4の移動による微粒子の分布の面内ばらつきを無くすることができる。なお、リブ構造体16の形状は任意であって、図17の(a)に示

すようにストライプ状でも、図17の(b)に示すように画素を囲むような形状でも良い。

【0057】更に、リブ構造体16は、上下の基板1、14の間の距離を一定保つためのスペーサーとしても機能することができる。上下の基板1、14の間の距離を一定に保つことによって、基板どおしが接触して微粒子4の移動が阻害されること無く、信頼性の良い表示素子を作成することができる。このように、リブ構造体16を形成することによって、表示むらが無く信頼性の高い表示素子を提供することができる。

【0058】リブ構造体16は、図18に示すように、電荷付与されていてもよい。この構成によると、リブ構造体16が微粒子の移動における少なくとも一つの停止箇所になる。例えば、図8に示す第4の実施の形態における微粒子4は電極間を移動して電極上で停止する。これに対して、図18に示す表示素子においては、リブ構造体16自身が微粒子の停止位置となる。微粒子4がもともと帯電性である場合には、図18に示すように、リブ構造体16が有する静電気力で微粒子4をリブ構造体16自身に付着させた状態と、画素電極11への電界の印加による静電気力で微粒子4を画素電極11に付着させる状態との間をスイッチングすることができる。また、図19に示すように、リブ構造体16を非画素電極10上に形成し、電極が形成する電界によってリブ構造体16を帯電させることによって、微粒子4をリブ構造体16自身に付着させる状態と、電界印加による静電気力で画素電極11上に微粒子4を付着させる状態との間をスイッチングすることもできる。

【0059】このように、リブ構造体16を微粒子4の移動における停止位置にすることで、非画素部分を小さくすることができる。前記の第4の実施の形態と同様にコントラスト差を大きくするためには、非画素電極と画素電極との大きさの差が大きい方が良いが、画素電極11を覆う微粒子4を非画素電極10のみに移動させることには限界がある。そこで、リブ構造体16の表面にも微粒子4を付着させ得る構成にすることにより、微粒子4が付着できる領域を大きくして立体的に微粒子4を付着させることができるようにし、非画素電極10を更に小さくすることができる。

【0060】微粒子4が付着できる領域を大きくするためのリブ構造体16は、一対の基板1、14の間の距離を保つ機能性を必ずしも持つ必要はないので、図20に示すように、上下の基板1、14間の中間までの高さを持つような、微粒子4を付着させる領域を増やす突起形状があってもよい。もちろん、一対の基板間の間隔を保つ機能を持つリブ構造体(図18、図19)と、非画素電極の表面積を増やす機能を持つリブ構造体(図20)とを適宜に組み合わせて配置しても良い。このように、リブ構造体16に電荷を付与することで、コントラストの良い表示素子を提供することができる。

【0061】以上、本発明に係る表示素子の種々の実施の形態について説明してきたが、以下、これらの実施の形態に共通する変形例について説明する。まず、上下の一对の基板1、14を用いた表示素子の場合、一对の基板の周辺部を封止部材によって封止して水分を内部へ透過させない構造とすることができる。この構成によれば、一对の基板が封止され、封止部材が基板外部の水分を基板内部に透過させないようにする。前述のとおり、微粒子は電極に印加する電界によって発生する静電気力によって移動する。このような静電気駆動では、湿気などの水分によって駆動条件が変わり、安定した表示を行うことができないばかりでなく、多湿状態では駆動不可能となる場合がある。そのため、2枚の基板に挟まれたスペースは常に一定の湿度条件を保つことが必要である。

【0062】上下の基板1、14を封止する封止部材を、水分を吸収しない材料にすることが望ましい。これにより、外気の水分が基板間のスペースに侵入することを防ぎ、外部環境の変化に対しても安定した駆動を行うことができる。なお、封止部材は、こうした目的を達成するものであって上下の基板の周辺部を封止できるものであれば任意のものを使用することができる。また、水分を透過させないよう封止部材を何層も積層してもよい。このように、封止材料を水分が不透過な材料にすることによって、外部環境に影響されことなく安定した表示を行う素子を提供することができる。

【0063】一对の基板1、14の周辺部を封止部材によって封止した表示素子とした場合、上下の基板1、14の間に不活性ガスを充填してもよい。上下基板間に不活性ガスを充填することによって、外部環境に影響されことなく基板間のスペースを一定の状態に保つことができる。前述のように、大気中の水分によって微粒子の駆動条件は異なるので、基板内を一定の状態に保つことが必要である。そこで、2枚の基板を貼り合わせる工程を、大気中の水分が基板内に入り込んでしまうのを防止するため、不活性ガス内で行い、あるいは、2枚の基板を貼り合わせた後に基板間の空気を不活性ガスで置換することにより、基板間を不活性ガスで充填する。このように、基板間の空間を不活性ガスで充填することにより、外部環境に影響されことなく安定した特性を持つ微粒子移動型の表示素子を提供することができる。

【0064】また、不活性ガスを充填する代わりに、一对の基板間を真空とするようにしてもよい。これによっても、外部環境に影響されことなく、基板間の空間を一定の状態に保つことができる。そのために、2枚の基板を真空中で貼り合わせ、あるいは、基板を貼り合わせた後に基板間を真空引きすることによって、基板間の空間を真空状態にすることができる。このように、基板間の空間を真空状態にすることによっても、外部環境によらず安定した特性を持つ微粒子移動型の表示素子を提供

することができる。

【0065】これまで説明した表示素子において、微粒子を白色微粒子 4_1 とすることにより、2色表示が可能な表示素子を提供することができる。例えば図21に示すように、一方の基板1に背面吸収層17を形成し、その上に非画素電極10と画素電極11とを設けて白色微粒子 4_1 を移動させる場合、電極の大きさに応じて白黒表示が可能となる。つまり、白色微粒子 4_1 が非画素電極10上に移動して画素電極11上には存在しない場合には黒が表示され、白色微粒子 4_1 が画素電極11上に存在する場合には白が表示される。こうした2色表示は、白色微粒子 4_1 を非画素電極と画素との間で移動させる場合だけでなく、白色微粒子 4_1 を凝集、分散させることによって表示状態を変化させる場合にも実現可能である。更に、背面吸収層17を着色層にすると、背面吸収層17の色と白との2色表示を行うことができる。

【0066】本発明に係る表示素子においては、上で説明した白色微粒子に代えて、黒色微粒子 4_2 を用いることにより、白黒表示、2色表示及びカラー表示が可能な表示素子を得ることができる。図22に示すように、一方の基板1に遮光層6と拡散反射板18とを交互に設け、遮光層6の上に非画素電極10を、拡散反射板18の上に画素電極11を形成し、一对の基板1、14の間で黒色微粒子 4_2 を移動させると、白黒表示がなされる。つまり、非画素電極10上に黒色微粒子 4_2 が移動した場合には白が表示され、黒色微粒子 4_2 が画素電極11上に移動した場合には黒が表示される。この場合、白黒の2色表示は、黒色微粒子 4_2 を非画素電極と画素電極との間で移動させる場合だけでなく、黒色微粒子 4_2 を凝集、分散させて表示状態を変化させることによっても実現可能である。また、図22に示す表示素子は、基板1を透明基板とし、図23に示すように基板1の背面に白色バックライト19を設けることによって、透過型の表示素子とすることもできる。

【0067】更に、図22に示す表示素子における拡散反射板18の代わりに、図24に示すように、画素電極10の下部に着色層20を設けることによっても、2色表示を行うことが可能である。この場合、基板1を透明基板として基板1の背面に白色バックライト19を設けると透過型表示素子となり、白色バックライト19の代わりに拡散反射板18を設けると反射型表示素子となる。また、赤の着色層、緑の着色層及び青の着色層を適宜に配置し、赤、緑、青の3色の画素の組み合わせを利用するカラー表示素子を作成することも可能である。

【0068】このように、黒色微粒子 4_2 と拡散反射板18と着色層20とを組合わせた、図22～図24に示す構造の表示素子とすることにより、白黒表示、2色表示及びカラー表示が可能となり、しかも、透過型と反射型のいずれの形態の表示をも実現することができる。

【0069】図22に示す表示素子において、基板1に

対向する基板14にカラーフィルタ21を配置して、白黒表示素子22とカラーフィルタ21とを組み合わせることにより、図25に示す構造のカラー表示素子を実現することができる。白黒表示素子22は、これまで説明した図21～図24に示す表示素子のうちのいずれを用いても良い。また、図23に示すような透過型の白黒表示素子22においては、カラーフィルタ21を画素電極11の下部に設置しても良い。このように、カラーフィルタ21と白黒表示素子22との組み合わせによってカラー表示素子を提供することができる。

【0070】これまで、本発明に係る表示素子に用いられる微粒子4の例として、白色微粒子又は黒色微粒子について説明したが、微粒子の色は白や黒にに限られるわけではなく、任意の色が着色された微粒子を用いてもよい。この場合にも、2色表示素子を実現することができる。例えば、図22に示す表示素子において、黒色微粒子に代えて、任意の色の着色微粒子を用いると、この着色微粒子が非画素電極へ移動したときには白が表示され、着色微粒子が画素電極に移動したときには着色微粒子の色が表示される。なお、着色微粒子を非画素電極と画素電極との間で移動させる代わりに、着色微粒子を画素電極上で凝集、分散させて表示状態を変化させるようにしても、同様に2色表示素子を作成することができる。

【0071】これまで説明した各種の表示素子は、同じ形状の電極を用いるもの、又は、大きさの異なる2種類の電極を用いるものであった。しかし、各画素における電極構造を3極構造として3相で独立に駆動するようにしてもよい。その理由は以下のとおりである。本発明の表示素子においては、それぞれの画素内で微粒子の移動を制御するが、画素が隣接している以上、図26に示すように、微粒子の位置や微粒子がどの極性に帯電しているかによっては、隣接する画素から当該微粒子に加えられる電界又は静電気力が左右対称になる可能性がある。この場合、微粒子は、本来は平行移動すべきであるにも拘わらず、まったく移動しないか、真上に飛翔してしまい、表示が不可能になってしまう。そこで、微粒子を所期の目的通りに移動させるためには、画素毎に、隣接する画素からの電界又は静電気力の影響を受けることのない電極構造を取る必要がある。

【0072】図27は、隣接する画素からの電界強度又は静電気力の影響を受けることのない電極構造の一例を示している。同図に示すように、画素毎に、補助電極23が非画素電極10と画素電極11との間に設けられ、電極は3極構造となる。これにより、隣接する画素からの電界又は静電気力の影響を低減することができるので、微粒子4を目的の位置に移動させることができる。また、補助電極23は、通常は接地されるだけで上記の機能を奏することができるが、微粒子4の位置によっては、補助電極23に電界を印加することによって、微粒

子4の移動を規制し又は促進することも可能である。このように、電極を3相構造とすることで、微粒子の移動を規定し得る、信頼性の高い表示素子を作ることができる。

【0073】前述のように、微粒子の位置と微粒子がどの極性に帯電しているかによって、微粒子に対して隣接画素から静電気力が左右対称に印加される可能性があり、本来平行移動すべき微粒子が、左右の静電気力が等しいために移動しなかったり、もしくは、上下方向の静電気力のみが働いて真上に飛翔してしまい、本来の移動が行えず、表示が不可能になってしまう。そこで、微粒子を目的の通りに移動させ、画素毎に隣接画素の電界又は静電気力の影響を受けることのない電極構造を実現するため、本発明に係る表示素子の電極に関しては、非画素電極と画素電極との間の距離<画素単位電極間の距離を満たすように電極を配置することが望ましい。これにより、微粒子の移動方向を規定することができる。ここで、非画素電極と画素電極との間の距離は、図28において符号24で示す距離であり、画素単位電極間の距離は、図28において符号25に示す、隣接する2個の画素において互いに隣接する電極間の距離を意味する。

【0074】こうして、非画素電極と画素電極との間の距離を画素単位電極間の距離より小さくするよう電極の配置を設定して1個の画素内での電極間の距離と隣接する画素の電極との間の距離とに違いを持たせることにより、隣接する画素の電界又は静電気力から受ける影響を低減し、目的の位置に微粒子を移動させることができる。このようにな電極配置を実現することにより、微粒子を確実に移動させ、信頼性の高い表示素子を提供することができる。

【0075】なお、隣接する画素からの影響を低減するための構造として、前述のリブ構造体16が有効である。これにより、微粒子の移動方向を規定することができる。上でも説明した通り、微粒子の位置やどの極性に帯電しているかによって微粒子に対して電界又は静電気力が左右対称に印加され、本来平行移動すべき微粒子がまったく移動しなかったり真上に飛翔してしまったりして本来の移動が行えず、目的とする表示が不可能になってしまう。これを回避するため、図29に示すように、画素間にリブ構造体16を配置する。これにより、1個の画素内の電極間距離と隣接する画素の電極との間の距離に違いを持たせることができるので、隣接する画素による電界又は静電気力の影響を低減して、微粒子を目的の位置に移動させることができる。

【0076】リブ構造体16は、絶縁体や導電体など任意の材料で構成することができる。また、リブ構造体16は、隣接する画素が形成する電界の強度調整に用いられるので、その高さは電極と同程度でも良く、また、上下の基板間の距離を保つスペーサーをも兼用させるものでも良い。

【0077】本発明に係る表示素子は静電気力によって微粒子を平行移動させるものであるから、帯電した微粒子によって電極間が電氣的にショートすると、発火や断線などが起こって表示素子とならない可能性が大きい。そこで、微粒子の帯電を利用して移動させる表示素子を作成する際には、電極間ショートが起こらないよう、電極上に保護膜を形成することが望ましい。保護膜の一例は図4の絶縁膜8である。更に、基板上の電極とその上を覆う膜の表面との距離が最も小さい個所における該保護膜の耐電圧が隣接する2つの電極間に印加される電圧よりも大きいように、保護膜の材料や膜厚などを選択する必要がある。こうした構成とすることにより、電極上に膜を形成した後、帯電した微粒子によって電極どうしが電氣的にショートされるのを防止することができる。

【0078】図30に示すように、隣接する電極の間に生じる段差部分では、電極上に比べて保護膜の厚さが薄くなってしまう。この場合、最も薄い部分の耐電圧が隣接電極間の電圧差より小さいと、こうした段差部分を微粒子が移動するとき、微粒子間でアーク条件が満たされると、隣接電極間で絶縁破壊が起こり、大電流が流れて素子が破壊されてしまう。そこで、このような膜厚の薄い部分に十分な耐圧を持たせることによって、絶縁破壊がなく信頼性の高い表示素子とすることができる。

【0079】なお、上の説明は、保護膜の厚さが最も薄い個所の一例として電極間の段差部分を取り上げたにすぎず、表示素子の構造によっては、他の構造物の近傍が膜厚の最も薄い個所となることもある。

【0080】

【実施例】以下、本発明に係る表示素子の実施例を説明する。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。なお、以下の説明においても、同じ部材は同一の符号で指示することにし、その説明を省略する。

【0081】実施例1

図31は、本発明に係る表示素子の第1の実施例の構成を概略的に示す断面図である。この実施例における表示素子101は、絶縁性基板からなる基板51の一方の面に背面吸収層52を介して非画素電極53、画素電極54及び補助電極55からなる電極群を形成する。非画素電極53と補助電極55とは互いに平行に配置され、画素電極54は非画素電極53と直交するように配置される。更に、これらの電極を覆うように絶縁膜56が形成され、その上に白色微粒子57が配置される。こうして微粒子移動基板81が構成される。

【0082】微粒子移動基板81に対向して、カラーフィルタ58を備えた基板59からなるカラーフィルタ基板82が設けられ、微粒子移動基板81に対してカラーフィルタ基板82を一定の距離に保持するため、画素毎にリブ構造体60が設けられ、更に表示素子の周辺部が封止部材61によって封止される。

【0083】上下の一対の基板51、59は各種の部材

を支持するための支持体であり、ガラスやプラスチック材料などが用いられるが、部材を支持できれば良いので、硬質な材料である必要はない。ただし、この実施例においては、基板59は透明とした。電極53、54、55も、その背面に背面吸収層52を設ける関係で、透明である。このため、これらの電極の材料としてはITOや酸化スズなどが用いられる。ただし、電極53～55が背面吸収層を兼ねる場合には、これらの電極は必ずしも透明である必要はない。また、第1の実施例における表示素子101は単純マトリックス駆動方式による表示素子の構造を有するが、アクティブ・マトリックス駆動方式に対応する素子にすることもできる。

【0084】絶縁膜56は、電極間のリークや白色微粒子57による絶縁破壊を防止するための保護層の役割を持つ。白色微粒子57は、絶縁膜56を通して、電極53～55に印加される電界によって帯電される。絶縁膜56の材料は、微粒子57の材料や電極に印加される電圧によって適宜に選定することができる。例えば、絶縁膜56はSiO₂のような無機材料でも、ポリカーボネートなどの有機材料でも、また、無機材料と有機材料とのハイブリット材料でも良い。絶縁膜56は、蒸着法、スピンコート法、キャスト法、印刷法、LB膜法など、任意の公知の方法で形成することができる。

【0085】基板51と電極53～55との間に形成された背面吸収層52は、各画素の外側の部分では遮光層として用いられ、画素電極54に白色微粒子57が移動してきていないときに黒の表示を行うために用いられる。したがって、画素電極54上に白色微粒子57が移動してくると、背面吸収層52の色が隠され、白表示が行われる。背面吸収層52は、カーボンブラックなど十分に光吸収ができる材料であれば任意のものを使用可能である。なお、図31においては、背面吸収層52は基板51の上面に形成されているが、その代りに基板51の下面に設置しても良い。

【0086】微粒子移動基板81とカラーフィルタ基板82との間隔を保持するためのリブ構造体60は、無機材料や有機材料をフォトリソグラフィ工程を用いて作成することができる。なお、図31に示す表示素子101においては、隣接する2個の画素の間に且つ電極53、55に平行に、リブ構造体60をストライプ状に形成した。これに代えて、リブ構造体60を、個々の画素を囲むように形成しても良いし、非画素電極53の上に配置されるよう形成しても良く、その形状は任意である。また、表示素子101においては、リブ構造体60は絶縁膜56の上に形成されているが、リブ構造体60を形成してからリブ構造体60を覆うように絶縁膜56を形成しても良い。

【0087】このようにして作成された微粒子移動基板81とカラーフィルタ基板82を一体化してから、周辺部を封止部材61によって封止し、表示素子101を完

成する。封止部材61によって微粒子移動基板81とカラーフィルタ基板82を固着させるだけでなく、内部に湿気などが進入することを防止し、内部環境を一定に保持することができる。封止部材61は接着性があり且つ水分を透過させない樹脂材料であれば任意のものを用いることができる。

【0088】ここで、図32及び図33を用いて、表示素子101の製造プロセスを説明する。まずプラスチック製の透明な基板51上に背面吸収層52を形成し、その上に、スパッタリング法で厚さ1000ÅのITOを製膜して、非画素電極53と補助電極55とを、図32の(a)に示すように、各々平行にフォトリソグラフィ工程によってパターンニングした。この場合、基板51の材料は、吸水性が押さえられ且つフォトリソグラフィ・プロセス(露光、現像、エッチングなど)によって侵食されないものであることが望ましい。次いで、図32の(b)に示すように、これらの電極を覆うようにポリカーボネート系材料の薄い絶縁層を形成し、更に、図32の(c)に示すように両電極間に透明な画素電極54を、ITOをスパッタリングすることによって製膜した。

【0089】画素電極54は、図33に示すように、基板51の上に互いに平行に形成された非画素電極53及び補助電極55に対して直角にストライプ状の導電部を形成し、次いで、該導電部から画素電極54に相当する領域を櫛歯状に形成することによって作成される。こうして、非画素電極53、画素電極54及び補助電極55を、基板51の上下左右の辺から取り出せるように形成した。このようにして得られた電極53、54、55の上を覆うように、絶縁膜56をスピコート法によって製膜した(図32の(d))。絶縁膜56もポリカーボネート系材料製である。こうして、微粒子移動基板81を形成した。

【0090】このようにして得られた微粒子移動基板81には、非画素電極53と画素電極54との間、及び、画素電極54と補助電極55との間に段差部分があり、ここに絶縁膜の最も薄い部分が生じるが、これらの段差部分は各電極に印加する電圧に対して十分な耐圧を持っており、微粒子の存在によって電氣的短絡が生じることは無かった。

【0091】次いで、絶縁膜56上の、非画素電極53と補助電極55との間にリブ構造体60を形成するため、感光性アクリル系樹脂製を塗布し、フォトリソグラフィ工程によって20μmの高さの突起をこれらの電極と平行になるように形成した。アクリル系材料の一例は新日鉄化学社製V259シリーズである。このようにして形成されたリブ構造体60の間に、直径が3μmのアクリル製の白色微粒子57を散布した。

【0092】一方、カラーフィルタ基板82を形成するため、プラスチックの透明な基板59にカラーフィルタ

58を形成した。カラーフィルタ58は、微粒子移動基板81とカラーフィルタ基板82とを一体的に貼り合わせた際に画素電極54とカラーフィルタ58の着色層58'とが重なり合うようにした。なお、カラーフィルタ58の隣接する着色層の間の部分には遮光層を形成した。このようにしてカラーフィルタ基板82を完成し、微粒子移動基板81とカラーフィルタ基板82とを位置合わせして貼り合わせた後、水分を透過しない接着剤によって周辺を封止することにより、表示素子101が完成した。

【0093】微粒子移動基板81とカラーフィルタ基板82との貼り合わせは、真空内で行った。これによって、各画素部を真空に保つことができた。このとき、所要の電極に電界を印加しながら真空中に置くと、白色微粒子57は電極上に固定され、白色微粒子57を失うことなく貼り合わせを行うことができる。

【0094】貼り合わせを真空中ではなく窒素雰囲気下で行っても良い。微粒子移動基板81とカラーフィルタ基板82との貼り合わせを、窒素置換されたグローブボックス内で行うことにより、各画素部を乾燥窒素雰囲気中に保つことができる。前述したように、所要の電極に電界を印加しながら乾燥窒素雰囲気内に置くと、白色微粒子57は電極上に固定されるので、白色微粒子57を失うことなく貼り合わせを行うことができる。

【0095】以上説明したように、各画素部を真空もしくは乾燥窒素雰囲気中に置くことにより、外部環境が変化しても画素内を一定の状態に維持することができ、信頼性の高い表示素子を提供することができた。なお、耐電圧や不活性等の条件を満たすならば、窒素の代わりに乾燥気体を用いても良い。

【0096】表示素子101は、基板51に背面吸収層52を形成したので吸収型の表示素子である。そこで、非画素電極53、画素電極54及び補助電極55に所要の大きさと極性を有する電圧を印加すると、非画素電極53に白色微粒子57がある場合には、画素電極54を通して背面吸収層52の色を表示するので黒表示を行い、画素電極54上に白色微粒子57がある場合には、背面吸収層52を白色微粒子57が覆うので白色表示を行うことができた。また、補助電極55とリブ構造体60とによって白色微粒子57の移動方向を規定できるため、白色微粒子57は非画素電極53と画素電極54との間を平行に移動することができた。

【0097】表示素子101は、同じ画素面積を有する液晶表示素子に比べて、偏光板を使用していないので明るい表示が可能であった。また、絶縁性液体層を用いる電気泳動型の表示素子と比べると、白・黒のコントラスト比が高い表示ができた。特に黒表示においては、表示素子101は、背面吸収層52においてほぼ100%入射光を吸収できるので、黒レベルの低い表示ができた。更に、表示素子101はメモリ性を有しているので、電

極への電圧印加を断った後も表示状態を保存しておくことができた。このうえ、表示素子101は、溶媒を用いていないので液漏れなどの心配の無く、微粒子を用いた従来の表示素子に比べて優れた特性を有する信頼性の高い表示素子を作成することができた。

【0098】実施例2

本発明に係る表示素子の第2の実施例の構成を図34により説明する。この実施例における表示素子102が前述の第1の実施例における表示素子101と相違するのは、微粒子移動基板81の背面吸収層52に代えて拡散反射板62を設け、拡散反射板62の上に、画素電極54の部分を除いて遮光層63を形成した微粒子移動基板83を用いた点、及び、黒色微粒子64を使用した点である。黒色微粒子64として、直径が3 μ mのアクリル樹脂系の微粒子を用いた。

【0099】第2の実施例における表示素子102は、拡散反射板62を採用したので反射型の表示素子である。そこで、非画素電極53及び画素電極54に電圧を印加すると、非画素電極53上に黒色微粒子64がある場合、画素電極54は入射光を下部の拡散反射板62で反射するので白表示を行うことができた。また、黒色微粒子64が画素電極54上にある場合には、画素電極54を黒色微粒子64で覆うことで射光を吸収して黒表示を行うことができた。

【0100】第2の実施例においても、第1の実施例と同様に、補助電極55とリブ構造体60とによって黒色微粒子64の移動方向を規定することができるので、黒色微粒子64は非画素電極53と画素電極54との間を平行に移動することができる。そのため、表示素子102は、同じ画素面積を有する液晶表示素子に比べて、偏光板を使用していないので、明るい表示が可能であった。また、絶縁性液体層を用いる電気泳動型の表示素子と比べると、白黒のコントラスト比が高い表示ができた。特に白表示においては、表示素子102は拡散反射板62による明るい表示が可能であった。しかも、表示素子102はメモリ性を有しているので、電極への電圧の印加を断った後も表示状態を保存しておくことができた。更に、表示素子102は溶媒を用いていないので、液漏れなどの心配が無く、信頼性の高い表示素子を作成することができた。

【0101】なお、表示素子102において、微粒子移動基板81から拡散反射板62を取り除くと、透過型の表示素子を作成することができるので、基板51の下面より光源光を入射することによって、入射光を調光することが可能になる。

【0102】以上説明したように、第2の実施例の表示素子102は、微粒子を用いた従来の表示素子に比べて優れた特性を有する表示素子であることが分かった。

実施例3

図35は、本発明に係る表示素子の第3の実施例の構成

を概略的に示す断面図である。この実施例における表示素子103は、第2の実施例における表示素子102における黒色微粒子64の代わりに青色微粒子65が用いられた点で相違する。青色微粒子65として、直径が3 μ mのアクリル樹脂系の微粒子を使用した。

【0103】第3の実施例における表示素子103は、拡散反射板62を採用したので反射型の表示素子である。そこで、非画素電極53及び画素電極54に電圧を印加すると、非画素電極53上に青色微粒子65がある場合、画素電極54は入射光を下部の拡散反射板62で反射するので白表示を行うことができた。また、青色微粒子65が画素電極54上にある場合には、画素電極54を青色微粒子65で覆うことで射光を吸収して青表示を行うことができた。

【0104】第3の実施例においても、第1の実施例及び第2の実施例と同様に、補助電極55とリブ構造体60とによって青色微粒子65の移動方向を規定することができるので、青色微粒子65は非画素電極53と画素電極54との間を平行に移動することができる。そのため、表示素子102は、同じ画素面積を有する液晶表示素子に比べて、偏光板を使用していないので、明るい表示が可能であった。また、絶縁性液体層を用いる電気泳動型の表示素子と比べると、白黒のコントラスト比が高い表示ができた。特に白表示においては、表示素子102は拡散反射板62による明るい表示が可能であった。しかも、表示素子102はメモリ性を有しているので、電極への電圧の印加を断った後も表示状態を保存しておくことができた。更に、表示素子102は溶媒を用いていないので、液漏れなどの心配が無く、信頼性の高い表示素子を作成することができた。

【0105】なお、表示素子103において、微粒子移動基板81から拡散反射板62を取り除くと、透過型の表示素子を作成することができるので、基板51の背面より光源光を入射することによって、入射光を調光することが可能になる。

【0106】以上説明したように、第3の実施例の表示素子103は、微粒子を用いた従来の表示素子に比べて優れた特性を有する表示素子であることが分かった。

実施例4

図36は、本発明に係る表示素子の第4の実施例の形態の構成を概略的に示す断面図である。この実施例における表示素子104は、絶縁膜56の代わりに電荷輸送膜66を備えた微粒子移動基板84を用いた点、及び、カラーフィルタ58の全面に透明な電極67を設けたカラーフィルタ基板85を用いた点で、第1の実施例における表示素子101と相違する。

【0107】白色微粒子57として、直径が3 μ mで電荷の注入によって帯電する導電性材料の微粒子を用いた。また、電荷輸送膜66として、正孔輸送材料であるジエチルアミノベンゾアルデヒドフェニルヒドラゾン

を絶縁材料であるポリカーボネート系樹脂に重量比 1 : 1 で混合した材料を用いた。電荷輸送膜 6 6 は、非画素電極 5 3 又は画素電極 5 4 に正の電圧が印加された際に白色微粒子 5 7 に正孔を輸送することができ、負の電圧が印加された場合には絶縁膜として機能する。そのため、白色微粒子 5 7 は必ず正電荷を帯電することになる。なお、電荷輸送膜 6 6 として、正孔輸送材料の代わりに電子輸送材料を用いてもよく、その場合には、白色微粒子 5 7 は常に負に帯電することになる。

【0108】第 4 の実施例における表示素子 1 0 4 は、背面吸収層 5 2 を採用した吸収型の表示素子である。そこで、非画素電極 5 3 及び画素電極 5 4 に電圧を印加すると、非画素電極 5 3 上に白色微粒子 6 5 がある場合、画素電極 5 4 は入射光を下部の背面吸収層 5 2 で吸収するので黒表示を行い、白色微粒子 5 7 が画素電極 5 4 上にある場合には、画素電極 5 4 を白色微粒子 5 7 で覆うことで白表示を行うことができた。また、実施例 4 においても、第 1 の実施例～第 3 の実施例と同様に、補助電極 5 5 とリブ構造体 6 0 によって白色微粒子 5 7 の移動方向を規定することができるので、白色微粒子 5 7 は非画素電極 5 3 と画素電極 5 4 との間を平行に移動することができる。そのため、表示素子 1 0 4 は、同じ画素面積を有する液晶表示素子に比べて、偏光板を使用していないので、明るい表示が可能であった。また、絶縁性液体層を用いる電気泳動型の表示素子と比べると、白黒のコントラスト比が高い表示ができた。しかも、表示素子 1 0 4 はメモリ性を有しているので、電極への電圧の印加を断った後も表示状態を保存しておくことができた。更に、表示素子 1 0 4 は溶媒を用いていないので、液漏れなどの心配が無く、信頼性の高い表示素子を作成することができた。

【0109】また、表示素子 1 0 4 においては、対向する基板 5 9 に形成した電極 6 7 に正の電圧を常に印加した。これによって形成される電界によって、正に帯電した白色微粒子 5 7 は電極 6 7 が形成した電界によって下向きの静電気力を受け、非画素電極 5 3 と画素電極 5 4 との間の平行移動の際に基板 5 9 の方へ飛翔したり、放物線を描くことがなく、一層平行に移動することができた。そのため、表示素子 1 0 4 を第 1 の実施例における表示素子 1 0 1 と比べると、第 1 の実施例においては、繰り返しの駆動によって基板 5 9 側に非常に僅かではあるが白色微粒子 5 7 が付着してしまっただけでコントラストが低下してしまうことがあったが、第 4 の実施例の表示素子 1 0 4 ではそのようなことが無く、所望のコントラストを維持することができた。

【0110】実施例 5

図 3 7 は、本発明に係る表示素子の第 5 の実施例の構成を概略的に示す断面図である。この実施例における表示素子 1 0 5 は、前述の第 1 の実施例における表示素子 1 0 1 と比較して、リブ構造体 6 0 を非画素電極 5 3 上に

設置した微粒子移動基板 8 6 を用いた点で相違する。

【0111】リブ構造体 6 0 として、非画素電極 5 3 上に形成されるので、非画素電極 5 3 に印加される電圧に応じて帯電する材料を用いた。これによって、白色微粒子 5 7 は、非画素電極 5 3 上に移動する際にはリブ構造体 6 0 の表面に吸着され、画素電極 5 4 に移動する際にはリブ構造体 6 0 の表面から離脱して画素電極 5 3 へ移動する。

【0112】第 5 の実施例における表示素子 1 0 5 は、背面吸収層 5 2 を設けているので吸収型の表示素子である。そこで、非画素電極 5 3 及び画素電極 5 4 に電圧を印加すると、リブ構造体 6 0 の表面に白色微粒子 5 7 がある場合には、画素電極 5 4 は背面吸収層 5 2 の色を表示して黒を表示することができた。一方、白色微粒子 5 7 が画素電極 5 4 上にある場合には、画素電極 5 4 を白色微粒子 5 7 が覆うので、白色微粒子 5 7 による白表示が行われた。また、補助電極 5 5 とリブ構造体 6 0 とによって白色微粒子 5 7 の移動方向を規定できるので、白色微粒子 5 7 は非画素電極 5 3 と画素電極 5 4 との間を平行に移動することができた。

【0113】表示素子 1 0 5 においては、表面積の大きいリブ構造体 6 0 を非画素電極 5 3 の上に設置した結果、非画素電極 5 3 の幅を狭くすることができ、その分だけ各画素において画素電極 5 4 を大きく取ることができるので、表示素子の開口率を 1 0 % 改善することができた。しかも、白色微粒子 5 7 を表示する面積も大きくなるので、白表示の際の明るさが向上し、コントラストを 1 0 % 改善することができた。また、リブ構造体 6 0 の表面積の方が表示素子 1 0 1 における非画素電極 5 3 よりも大きいので、第 1 の実施例に比べて多量の白色微粒子 5 7 を使用することが可能であり、一方、白色微粒子 5 7 の量を一定とすると、非画素電極 5 3 の幅を狭くすることができるので、よりコントラストを向上させることができる。

【0114】実施例 6

図 3 8 は、本発明に係る表示素子の第 6 実施例の構成を概略的に示す断面図である。この実施例における表示素子 1 0 6 は、第 1 の実施例における表示素子 1 0 1 と比較すると、微粒子移動基板 8 1 の構造は同じであるが、カラーフィルタ基板 8 2 のカラーフィルタ 5 8 の上に微粒子移動基板 8 1 と同形の非画素電極 5 3、画素電極 5 4 及び補助電極 5 5 を形成し、その上を絶縁膜 5 6 で覆った微粒子移動基板 8 7 を用いている点、及び、微粒子移動基板 8 1 と微粒子移動基板 8 7 とにそれぞれに白色微粒子 5 7 を設置した点で相違する。こうして、図 3 8 に示すように、基板に平行な面に関して対称な電極を備えた表示素子を作成し、それぞれの向かい合った電極に同じ電圧を印加した。

【0115】表示素子 1 0 6 は、背面吸収層 5 2 を備えているので吸収型の表示素子である。そこで、非画素電極 5

3及び画素電極54の電圧を印加すると、リブ構造体60の表面に白色微粒子57がある場合には、画素電極54は背面吸収層52の色を表示するので黒表示が行われた。一方、白色微粒子57が画素電極54の上にある場合には、画素電極54を白色微粒子57が覆うことになり、白色微粒子57による白表示が行われた。また、補助電極55とリブ構造体60とによって白色微粒子57の移動方向を規定できたので、白色微粒子57は非画素電極53と画素電極54との間を平行に移動することができた。

【0116】特に、第6の実施例における表示素子106においては、上下の微粒子移動基板のそれぞれに設けられた白色微粒子57によって白表示を行うため、白表示の際、画素電極54を覆う白色微粒子57に上下それぞれにおいて不均一があっても、その不均一を一对の微粒子移動基板を重ねることによって解消し、各画素の全体に渡って均一な白表示を行うことができた。

【0117】更に、第6の実施例においては、上下の対向する電極に同じ電圧を印加するので、上下の白色微粒子57はそれぞれ、対向する基板から反発する静電気力を受ける。このため、白色微粒子57は、対向する基板側へ飛翔したり、放物線を描いたりすることなく、平行に移動することができ、対向基板側に飛翔した微粒子があったとしても、そうした微粒子は対向側の電極によって反発されるので、微粒子の移動を制御することが可能である。そのため、第1の実施例の表示素子101と比べると、白表示の際の面内不均一やむらが無くなり、コントラストが向上した。

【0118】以上、本発明に係る表示素子の実施の形態及び実施例について詳述したが、本発明はこれらの実施の形態及び実施例に限定されるものではない。例えば、これまでは1種類の微粒子のみを用いる場合について説明したが、これに限らず、色の異なる複数種類の微粒子を同時に電極上に設置してそれらの色の混合された色を表示することができるようにしてもよい。また、いずれの実施の形態及び実施例においても、基板上に形成される電極の形状は任意であり、図示の構造のみに限定されるものではない。

【0119】

【発明の効果】以上、本発明に係る表示素子の実施の形態及び実施例について詳述したところから理解されるように、請求項1の発明は、無媒質下で微粒子を移動させることにより、コントラストが良好で信頼性の高い表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0120】請求項2の発明は、一对の基板を備えるため、外部環境に左右され難い信頼性の高い表示素子を提供することができるという効果を奏する。請求項3の発明は、一对の基板に同じ形状の電極を形成したので、コントラストの向上した表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0121】請求項4の発明は、構造体によって一对の基板間の距離を一定に保ち、微粒子の移動方向を規定することにより信頼性及び表示特性の優れた表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0122】請求項5の発明は、構造体が電荷付与されるため、非画素電極を狭くすることによってコントラストを向上させた表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0123】請求項6の発明は、一对の基板の周辺部を封止したので基板内部が外部環境に影響されること無く一定の状態に保たれ、信頼性に優れた表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0124】請求項7の発明は、電極上に絶縁層を形成したので、微粒子を電界によって帯電させて微粒子を移動させる表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0125】請求項8の発明は、電極上に電荷輸送層を形成したので、電界によって微粒子に電荷を注入して帯電させ、微粒子を移動させる表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0126】請求項9の発明は、保護膜の表面と電極との間の距離が最も小さい個所での保護膜の耐電圧を隣接電極間に印加される電圧より大きくしたので、絶縁破壊やショートのない信頼性の高い表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0127】請求項10の発明は、基板上に大きさの異なる電極を形成したことにより、コントラストの高い表示素子を提供することができるという効果を奏する。請求項11の発明は、電極を3極構造とし、3相独立駆動することにより、微粒子の移動方向を規定した表示特性の良好な表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【0128】請求項12の発明は、非画素電極と画素電極との間の距離を隣接画素の電極との距離よりも小さくしたことにより、微粒子の移動方向を規定した表示特性のよい表示素子を提供することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る表示素子の第1の実施の形態を概略的に示す図である。

【図2】図1の表示素子における微粒新の分散、凝集を説明するための図である。

【図3】(a)及び(b)は、図1の表示素子の変形例を示す図である。

【図4】本発明に係る表示素子の第2の実施の形態を概略的に示す図である。

【図5】(a)及び(b)は、図4の表示素子における微粒子の平行移動を説明する図である。

【図6】本発明に係る表示素子の第3の実施の形態を概略的に示す図である。

【図7】(a)及び(b)は、図6の表示素子における微粒子の平行移動を説明する図である。

【図8】本発明に係る表示素子の第4の実施の形態を概略的に示す図である。

【図9】図8における表示素子の電極の変形例を示す図である。

【図10】図8における表示素子の電極の別の変形例を示す図である。

【図11】電界による微粒子の不所望の挙動を説明するための図である。

【図12】本発明に係る表示素子の第5の実施の形態を概略的に示す図である。

【図13】(a)及び(b)は、画素電極が微粒子によって覆われない状態を概略的に示す図である。

【図14】本発明に係る表示素子の第6の実施の形態を概略的に示す図である。

【図15】図14に示す表示素子における電極配置の他の例を示す図である。

【図16】本発明に係る表示素子の第7の実施の形態を概略的に示す図である。

【図17】(a)及び(b)は、図16の表示素子におけるリブ構造体の他の構造を示す図である。

【図18】図16の表示素子におけるリブ構造体に電荷を付与した例を示す図である。

【図19】図16の表示素子におけるリブ構造体の他の例を示す図である。

【図20】図16の表示素子におけるリブ構造体の他の例を示す図である。

【図21】本発明に係る表示素子の、白色微粒子を用いたときの白、黒表示動作を説明する図である。

【図22】本発明に係る表示素子の、黒色微粒子を用いたときの白、黒表示動作を説明する図である。

【図23】バックライトを設けた、図22に示す表示素子の変形例を示す図である。

【図24】着色層を用いた、図22に示す表示素子の変形例を示す図である。

【図25】図22に示す白黒表示素子とカラーフィルタとの組み合わせからなるカラー表示素子を示す図である。

【図26】隣接する画素の電界又は静電気力の微粒子に対する作用を説明する図である。

【図27】補助電極を設けた、本発明に係る表示素子の変形例を示す図である。

【図28】本発明の表示素子における電極の好ましい配置を説明する図である。

【図29】本発明の表示素子におけるリブ構造体の、隣接画素からの影響を低減する作用を説明する図である。

【図30】本発明の表示素子における絶縁層又は電荷輸送層の膜厚と耐電圧との関係を説明する図である。

【図31】本発明に係る表示素子の第1の実施例を概略的に示す図である。

【図32】(a)～(d)は、図31の表示素子を製造するプロセスを示す図である。

【図33】図31の表示素子における各種の電極の配置関係を示す平面図である。

【図34】本発明に係る表示素子の第2の実施例を概略的に示す図である。

【図35】本発明に係る表示素子の第3の実施例を概略的に示す図である。

【図36】本発明に係る表示素子の第4の実施例を概略的に示す図である。

【図37】本発明に係る表示素子の第5の実施例を概略的に示す図である。

【図38】本発明に係る表示素子の第6の実施例を概略的に示す図である。

【図39】従来の微粒子移動型表示素子の一例を示す図である。

【図40】従来の微粒子移動型表示素子の他の例を示す図である。

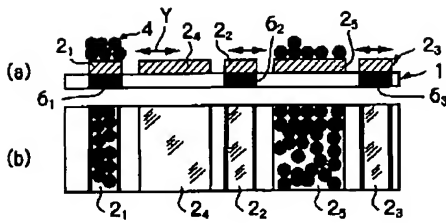
【図41】従来の微粒子移動型表示素子の別の例を示す図である。

【図42】従来の粉体移動装置を説明する図である。

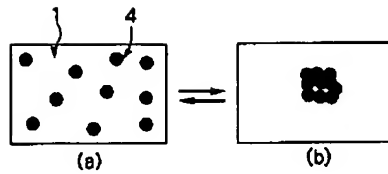
【符号の説明】

1：基板、 2、2₁～2₈：電極、 4：微粒子、
5：電極、 6、6₁～6₃：遮光層、 7：反射板、
8：絶縁膜、 9：電荷輸送膜、 10：非画素電極、
11：画素電極、 14：対向基板、 16：リブ構造体、
17：背面吸収層、 18：拡散反射板、 19：白色バックライト、
20：着色層、 21：カラーフィルタ、 22：白黒表示素子、
23：補助電極、51：基板、 52：背面吸収層、 53：非画素電極、
54：画素電極、55：補助電極、 56：絶縁膜、 57：白色微粒子、
58：カラーフィルタ、 59：基板、 60：リブ構造体、 61：封止部材、
62：拡散反射板、 63：遮光層、 64：黒色微粒子、 65：着色微粒子、
66：電荷輸送膜、 67：電極、 81、83、84、86、87：微粒子移動基板、
82、85：カラーフィルタ基板、 101、102、103、104、105、106：表示素子

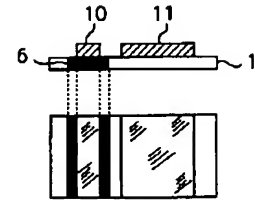
【図1】



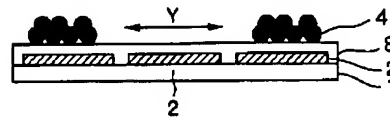
【図2】



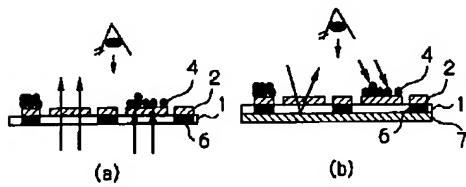
【図8】



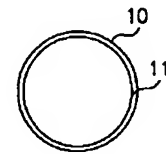
【図4】



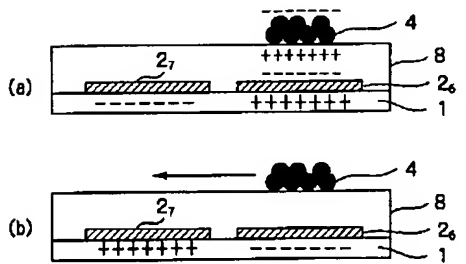
【図3】



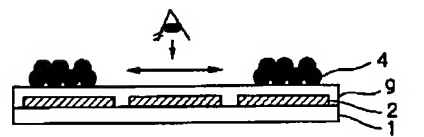
【図9】



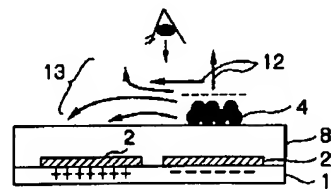
【図5】



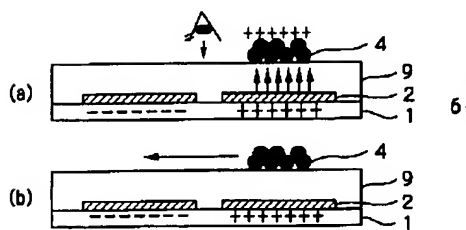
【図6】



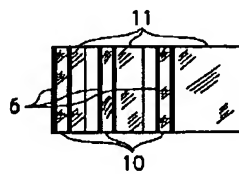
【図11】



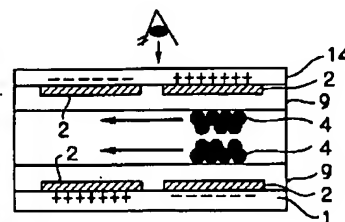
【図7】



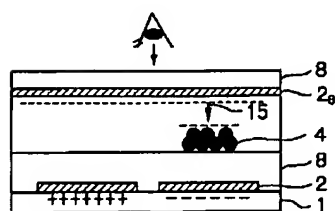
【図10】



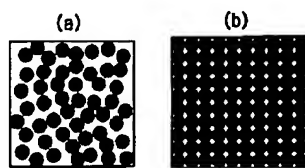
【図14】



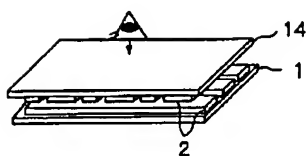
【図12】



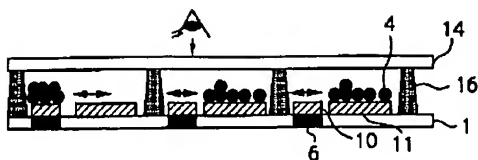
【図13】



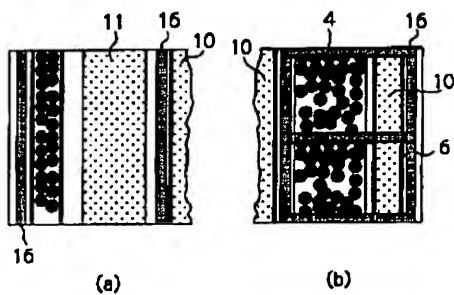
【圖15】



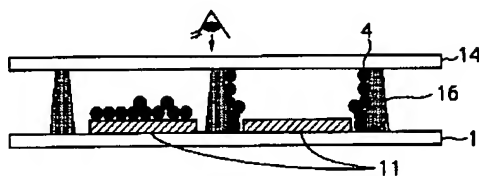
【圖16】



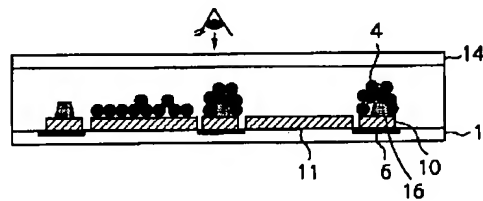
【圖17】



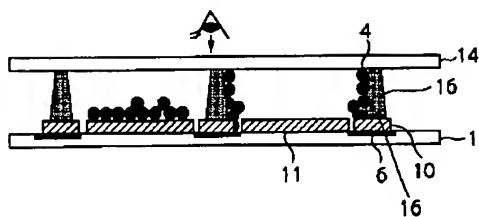
【圖18】



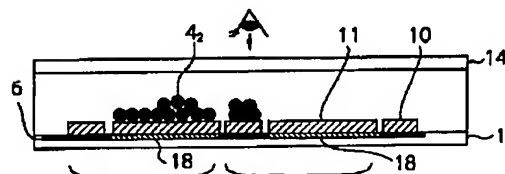
【圖20】



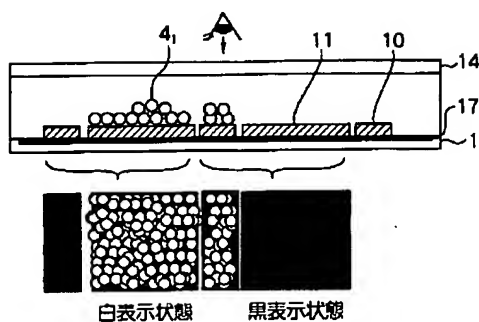
【圖19】



【圖22】

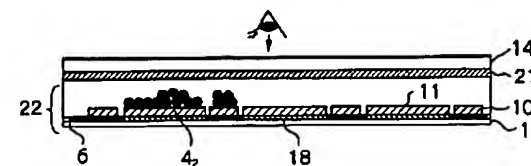


【圖21】

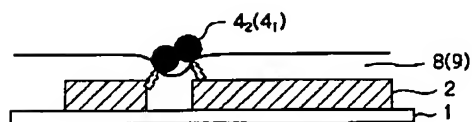


黑表示狀態 白表示狀態

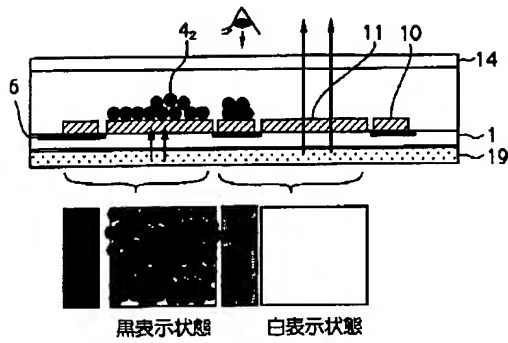
【圖25】



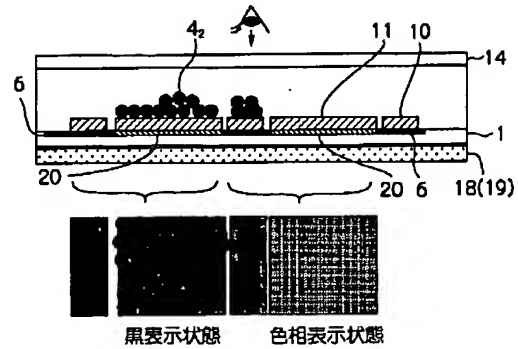
【圖30】



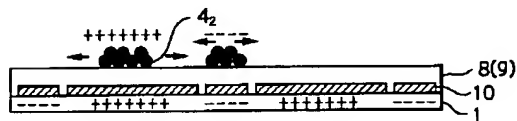
【图23】



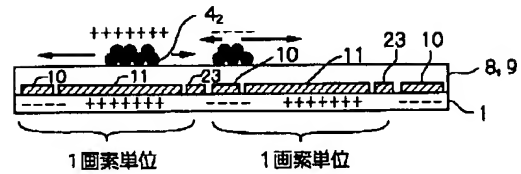
【图24】



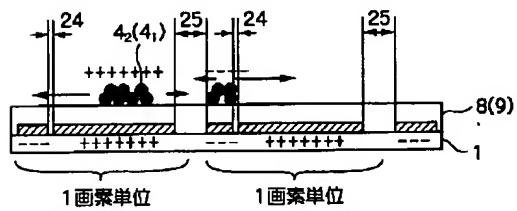
【图26】



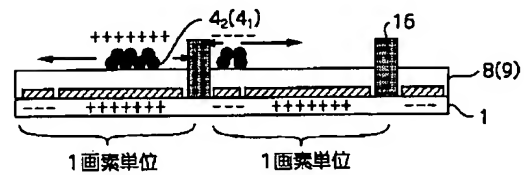
【图27】



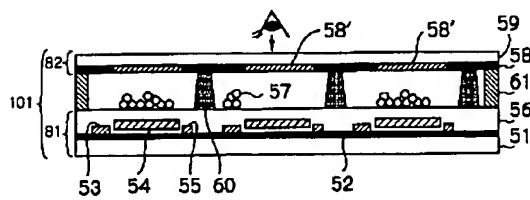
【图28】



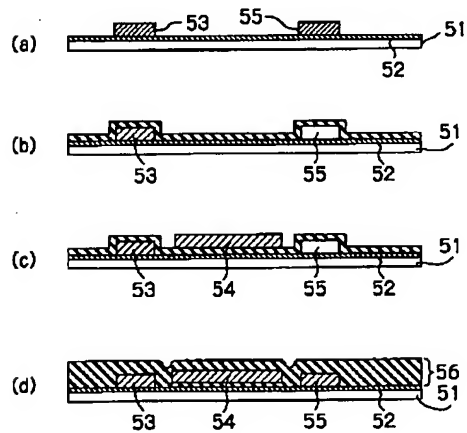
【图29】



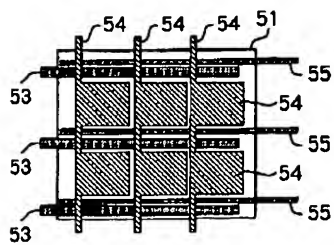
【图31】



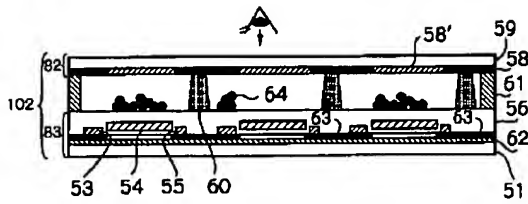
【图32】



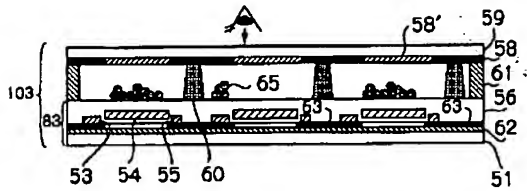
【图33】



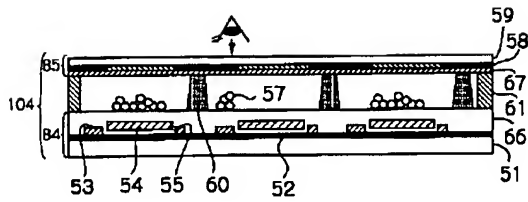
【図34】



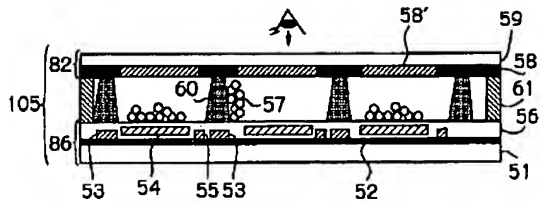
【図35】



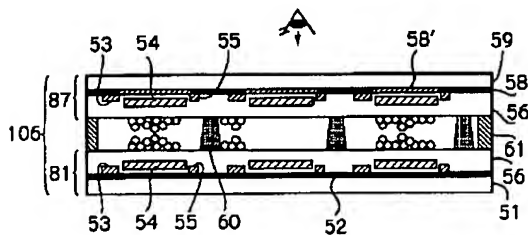
【图36】



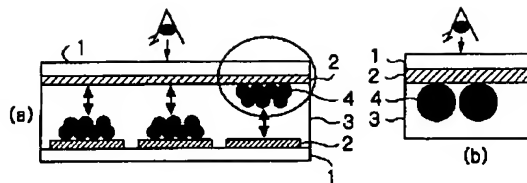
【図37】



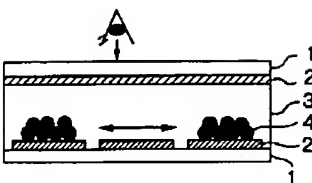
【图38】



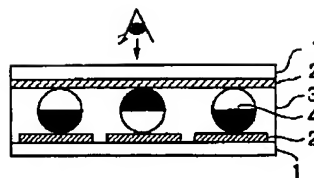
【図39】



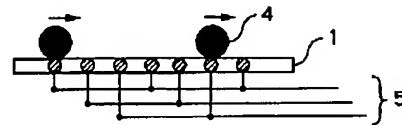
【図40】



【図41】



【図42】



フロントページの続き

(72)発明者 酒匂 禎裕
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号シャ
ープ株式会社内